Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Tübingen.
Vorstand: Prof. Dr. Peckert.

Histologische Untersuchungen über die Schmelz-Dentingrenze.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde einer Hohen medizinischen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen.

Vorgelegt von

Erwin Glatthaar

aus Schwenningen a. N.

1931

Gatzer & Hahn, Graphische Werkstätten Schramberg (Württemberg)

Dekan: Prof. Dr. Haffner.
Referent: Prof. Dr. Wannenmacher.

Zum Druck genehmigt von der Medizinischen Fakultät Tübingen.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meiner lieben Mutter und meinem lieben Bruder
aus Dankbarkeit gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548004_0017

In den letzten drei Jahrzehnten haben sich namhafte Autoren mit der Struktur des Schmelzes beschäftigt. Trotzdem oder vielleicht gerade deshalb ist kein einheitliches und einwandfreies Bild entstanden. Daß der Schmelz nicht nur aus anorganischer Substanz besteht, ist längst bekannt. Welche Bedeutung kommt aber den organischen Bestandteilen zu? Mit dieser Fragestellung ist der sonst enge Kreis der Betrachtung fast ins Uferlose gewachsen. Nicht nur daß damit Ernährungs- oder Lymphbahnen angenommen werden, sondern gleich hofft man auch weitere Erklärungen und Aufschlüsse über die Entstehung und Fortleitung des Schmerzes gefunden zu haben. Auf dem Fuße folgen sofort die Theorien über die Entstehung und Entwicklung des Zahncaries.

Im Mittelpunkt der Betrachtungen über die Struktur des Schmelzes stehen die von Linderer schon 1851 gesehenen und gezeichneten Büschel und die 1909 von Boedecker als Lamellen bezeichneten Bildungen. Uebereinstimmend werden sie von fast allen Autoren als regelmäßig am Zahnschliff nachweisbare, organische Strukturen aufgefaßt; über die Art ihrer Entwicklung und über ihre Bedeutung gehen die Anschauungen auseinander.

Die Literatur über die ganze Frage ist sehr groß. Man muß sich damit begnügen, eine große Linie aus der Fülle der Ansichten herauszuarbeiten. Kleine Verschiedenheiten können dabei übersehen werden. Sie sind auf verschiedene Ursachen zurückzuführen. Verschiedene Arbeitsmethoden, in Bezug auf Herstellung der Schliffe, verschiedenes Material, verschiedene Färbemethoden, andere Zeitdauer in der Beobachtung und Behandlung der Präparate müssen naturgemäß allein schon einen unerwünschten Reichtum von Namen hervorbringen.

Die Grenzlinie zwischen Schmelz und Dentin wird nach Walkhoff von nebeneinander liegenden Kugelabschnitten gebildet. Halbkreisförmige Ausschnitte, deren Oeffnung nach dem Schmelz zu gelegen ist, geben also eine scharf gezackte Begrenzung zwischen Schmelz und Zahnbein. In den weitaus meisten Fällen fehlt dann die Tomes'sche Körnerschicht. Die beiden Zahngewebe erscheinen also scharf voneinander abgegrenzt.

Nach Walkhoff haben frühere Autoren diese Eigentümlichkeiten wenig berücksichtigt. Erst v. Ebner ging auf diese näher ein. Er sagt darüber wörtlich folgendes: „Man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, daß bei den Menschenzähnen allgemein vor der Schmelzbildung eine Resorption des Zahnbeins erfolgt, durch welche die Enden der Zahnbeinkanälchen arrodiert und bloßgelegt werden. Die Oberfläche des Zahnbeins unter dem Schmelze der Menschenzähne ist stets mit rundlichen Gruben versehen, zwischen welchen firstartige Kanten gegen den Schmelz vorragen. Es ist genau das Bild der Howshipschen Lakunen einer Knochenresorptionsfläche." v. Ebner erklärt dann weiter, daß etwaige in den Schmelz eindringende Zahnbeinkanälchen Reste von Zahnfasern sind, welche bei der Resorption stehen geblieben sind. Walkhoff vermag nicht anzuerkennen, daß die Zahnbeingrenze immer diese Verhältnisse zeigt, sondern auch langgestreckte wellenförmige Begrenzungslinien vorkommen. Die Annahme einer Resorption der ersten Zahnbeinschicht durch das Schmelzorgan ist nach ihm in vielen Fällen durchaus gerechtfertigt. Vor allen Dingen spricht für dieselbe zunächst der Mangel der Tomes'schen Körnerschicht und das plötzliche Abbrechen der verhältnismäßig noch starken Zahnbeinkanälchen an der zackigen Grenzlinie. Nur die lebendigen histologischen Elemente, in diesem Falle die Dentinfasern, werden der Resorption einigen Widerstand leisten können, vorausgesetzt, daß sie genügend entwickelt sind. Es kann deshalb vorkommen, daß einzelne starke Dentinkanälchen eine kurze Strecke in den Schmelz hineinragen. Immerhin ist auch hier der Dentinkanal im Schmelz wie abgeschnitten, geradeso wie unzählige andere Kanälchen, die nur eben die Zahnbeingrenze erreichen. Ein Eindringen von Dentinkanälchen in den Schmelz ist deshalb nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, wie es von einer Anzahl von Beobachtern (Waldeyer-Haertz u. a.) geschehen ist. Es muß dabei aber anerkannt werden, daß einerseits infolge der Tiefenzeichnung unserer mikroskopischen Objekte es sehr leicht zu Täuschungen führen kann, indem ein Kanälchen, welches in den oberen Schichten liegt, leicht noch über die Kugelkalotte hinausgesehen werden kann. Andererseits ist auch das wirkliche Uebertreten eines einfachen Dentinkanälchens in den Schmelz jedenfalls nur ein verhältnismäßig selteneres Vorkommnis. Die Haupteigentümlichkeit der Dentinkanälchen nach vorangegangener Resorption der Grenzschicht ist das plötzliche Abbrechen derselben

an der Zahnbeingrenzschicht bei starkem Lumen der Kanälchen. Die Beobachtung von Schmelz der verschiedenen Tierklassen bestätigt obige Befunde an menschlichen Zähnen und lehrt, daß schon J. Tomes, v. Kölliker und besonders v. Ebner das wirkliche Vorkommen von Kanälen im Schmelz sicher konstatiert haben. Im Schmelz der Beuteltiere fanden diese Autoren Dentinröhrchen auf lange Strecken, bei einzelnen Nagern und beim Menschen aber nur kleinere Fortsätze der Zahnbeinkanälchen. Dieses Eindringen der letzteren in die Emaillesubstanz kommt nach Walkhoff's Beobachtungen viel häufiger vor, als es bisher angenommen wurde, auch bei Wiederkäuern, den Raubtieren und den Affen, endlich im Schmelz mancher Fische. Zur Erklärung dieser Tatsache ist es nötig, die Grenze des Schmelzes und Zahnbeins bei den verschiedenen Tieren näher zu betrachten. Dieselbe hat ein sehr verschiedenes Aussehen. Einerseits findet man nur eine sehr schwach angedeutete Grenzlinie zwischen den beiden in Frage stehenden Geweben z. B. bei den Zähnen der Fische (bei den Selachieren verschwindet sie ganz) und in denjenigen der Beuteltiere. Anderseits besteht die Zahnbeinschmelzgrenze in einer scharf abgesetzten, nahezu gerade verlaufenden Linie, welche die beiden Gewebe in ihren Strukturelementen durchaus voneinander scheidet. Sehr häufig erscheinen die Zahnbeinkanälchen an dieser Grenzlinie baumförmig verästelt, das äußerste Zahnbein dabei mangelhaft verkalkt. Bei vielen Säugetieren ist nun diese gerade Linie in eine bogenförmige umgewandelt; in der Kronenspitze sind die Bogen im allgemeinen am größten, welche den Durchschnitt von halben Kugelschalen präsentieren, deren Oeffnungen nach dem Schmelz zu liegen. Auch der Mangel der Tomes'schen Körnerschicht, welche bei einer gezackten Grenzlinie niemals zu finden ist, spricht für Resorption. An den Spitzen der Dentinhöcker bei den Primaten und Carnivoren kommen Bildungen vor, welche sich weit in den Schmelz hinein erstrecken können und nicht nur aus einem einfachen Dentinkanälchen bestehen, sondern eine größere Portion unverkalkter Grundsubstanz um sich haben. Schon J. Tomes sah den unmittelbaren Zusammenhang dieser eigentümlichen Gebilde mit entsprechenden Zahnbeinkanälchen, er nannte sie deshalb kolbenförmige Endfortsätze der Dentinkanälchen. Er fand sie auch in menschlichen Zähnen, nachdem er ihr massenhaftes Vorkommen bei Huftieren fand. Die kolbenförmigen Fortsätze sind von der Richtung der Dentinkanälchen stumpfwinklig abgebogen und

zwar nach dem Zahnhalse hinneigend. Die Schmelzprismen stehen dagegen im allgemeinen senkrecht auf den Enden der Dentinkanälchen, aber die kolbenförmigen Fortsätze folgen nicht dem Verlaufe des Schmelzprismen, sondern sind in schräger Richtung über die letzteren gelagert. Es ist dies der deutlichste Beweis dafür, daß die kolbenförmigen Fortsätze nichts mit der Schmelzbildung und noch weniger mit einer etwaigen Schmelzernährung, wie sie Bödekker und Abbot annahmen, zu tun haben. Damit ist der Schluß gerechtfertigt, daß selbst diejenigen Dentinkanälchen, die in den menschlichen Schmelz wirklich hineingehen, letzterem keine Lebensfähigkeit zu geben vermögen. Die Erklärung für das eigentümliche Bild der winkligen Knickung der kolbenförmigen Fortsätze findet Walkhoff in den Druckerscheinungen, welche auf diese bei der Bildung des Schmelzes stattfinden. Der Kampf um den Raum zwischen den sich entwickelnden Zahngeweben verursacht diese eigentümlichen Erscheinungen an der Zahnbeinschmelzgrenze.

Im Korrespondenz-Blatt für Zahnärzte berichtet M. Morgenstern „über die neuen Schmelzforschungen". Schon 1896 teilt er im Archiv für Anatomie und Physiologie seine Entdekkung eines hochausgebildeten Nerven- und Saftfasersystems, das sich zwischen Schmelz und Dentin in Form eines Blattes ausbreitet, mit. Morgenstern stellte fest, daß in die Wurzelhaut bespritzte Farblösungen zwischen Schmelz und Dentin reichliche Spuren hinterlassen. Frische, normale, in Osmiumsäure längere Zeit gelegte Zähne zeigen an Schliffpräparaten schwarz gefärbte Interglobularräume im Zahnbein, Schwarzfärbung der Körnerschicht unter dem Zement und unter dem Schmelze und Schwarzfärbung der Spaltfasern. Da die Pulpa und die Dentinkanälchen farblos geblieben waren, mußte die Osmiumsäure sich einen anderen Weg gebahnt haben. Schnittserien in langitudinaler Richtung durch die Wurzelhaut bis in das Zahnbein hinein ließen Morgenstern bald erkennen, daß die Wurzelhaut zahlreiche lymphatische Spalträume enthält, die sternförmig besonders gegen das Zahnbein ausstrahlen. Diese Spalten nahmen an Größe in der Richtung zum Zahnhalse zu. Analoge Schliffpräparate von intakten normalen Zähnen vom Menschen und den verschiedensten Tieren, die tangential zwischen Schmelz und Zahnbein am Zahnhalse ausgeführt wurden und noch einen Teil des Zahnperiostes umfaßten, zeigten in klarster Weise das Ausstrahlen lymphatischer Spalten und breiter Kanäle am Zahn-

halse in die Grenzschicht zwischen Schmelz und Zahnbein. Aus dem Kanalsystem treten wie die Zinken eines Kammes feine, meistens breite Röhren ab und bilden die Kanälchen der sich im Schmelz flächenartig und baumförmig ausbreitenden Spaltfasern. Weitere Untersuchungen führten zu der Feststellung, daß die meisten Nerven der Wurzelhaut, den Lymphgefäßen entsprechend, am Zahnhalse zwischen Zement, Zahnbein und Schmelz in die Grenzschicht zwischen Zahnbein und Schmelz treten und daselbst ein wundervolles „Nervenblatt" bilden, dessen Fasern und Fasernetze zwischen und dicht neben den Kanälen und Spalten des Kanalsystems liegen. Viele Primitivfasern und Nervenfibrillen treten aus jenen Hauptstämmchen heraus, verlaufen zwischen den Schmelzprismen und zwar teils in den Spaltfasern, teils als isolierte, meistens sich baumförmig, seltener pinselartig verzweigende Nervenfasern. Viele von ihnen treten so hoch herauf, daß ihre Endausbreitungen fast unmittelbar unter dem Schmelzoberhäutchen liegen, was besonders häufig am Zahnhalse konstatiert werden kann. Peckert veröffentlichte in der „Deutschen Monatsschrift für Zahnheilkunde" 1909 die hinterlassene Arbeit von M. Morgenstern über „Untersuchungen über die anatomischen Grundlagen für die Stoffwechsel- und Sensibilitätsvorgänge in den harten Zahnsubstanzen". Sie ist auf dem Krankenlager entstanden und mußte zuerst von Peckert geordnet und klar abgefaßt werden. Morgenstern berichtet im 2ten Teil der Arbeit über die Verhältnisse an der Wurzeloberfläche und kommt dann auf die Schmelzdentingrenze zu sprechen. — Das lymphatische Netzwerk an der Dentinoberfläche setzt sich ohne Unterbrechung über den Zahnhals und die ganze Zahnkrone fort, überall der Dentinoberfläche dicht anliegend und sich ihren Unebenheiten eng anpassend. Dieses feinste Kanalsystem sendet ein gleichfalls feinstes Kanalsystem (Kommissuren) in die Tiefe zum Zahnbein. Der Kronenteil des Zahnes enthält aber keine Körnerschicht; die Kommissuren kommunizieren hier daher direkt mit den Dentinkanälchen. Die Lymphgefäße der Wurzelhaut senden feinste, flächenförmige Spalträume durch die ganze Zementschicht. Diese feinen Spalträume nehmen nun gegen den Kronenteil des Zahnes an Breite und Zahl zu. Um den Zahnhals selbst besteht eine kranzförmige Lage von auffallend breiten lymphatischen Hohlräumen der Dentingrenzkanalschicht. Von diesen aus treten in der Richtung nach außen stärkere Kanälchen eine kurze Strecke durch den Schmelz; sie anastomosieren

durch Seitenäste untereinander und verbreiten sich über den ganzen Kronenteil, überall mit der Dentingrenzkanalschicht kommunizierend. Diese kurzen, aber breiten, nach allen Richtungen verlaufenden Kanälchen richten sich nach außen gruppenweise parallel und durchdringen den Schmelz, stellenweise bis fast zu seiner Oberfläche, die sogenannten Spaltfasern. Diese, bei mittelstarker Vergrößerung als Fasern erscheinende Kanälchen, treten durch besondere Schmelzspalten. Diese Schmelzspalten haben an direkt über der Dentinschmelzgrenze angelegten Tangentialschliffpräparaten das Aeußere von parallel nebeneinander liegenden korkzieherförmigen Gebilden von ungleicher Breite; verfolgt man sie jedoch mehr in der Richtung gegen die äußere Schmelzgrenze, so gehen sie allmählich in flächenförmig sich ausdehnende, schmale Spalträume über, stellenweise den ganzen Schmelz durchziehend und erst an seiner Oberfläche mündend. Da bei Durchfärbung des Schmelzes diese feinen Spalten doch mitunter neben ihrer nächsten Umgebung sehr breit erscheinen und wie Streifen aussehen, beschrieb Morgenstern dieselben unter dem Namen „Spurstreifen". Verfolgt man ihre Spur in der Richtung von außen nach innen, so kommt man auf die Lymphkanälchen im Schmelze und besondere Fibrillen. Morgenstern macht nun auf einen sehr wichtigen Gegenstand aufmerksam. Es ist bekannt, daß die Dentinkanälchen im allgemeinen die Schmelzdentingrenze überschreiten, dort mehr oder weniger tief in den Schmelz treten und mit birnenförmigen oder auch anders gestalteten Verdikkungen endigen; auch sind die an der Spitze der Zahnkronen im Schmelz liegenden langgestreckten, mit den Dentinkanälchen in Verbindung stehenden kolbenförmigen Körper oder Hohlräume allen bekannt. Morgenstern konnte feststellen, daß alle diese kolbenförmigen und vielgestaltigen Endanschwellungen der Dentinkanälchen im Schmelze nichts weiter sind als die Querschnitte von Spurfasern und Spurstreifen und daß sie genau der Lage der korkzieherförmigen Gebilde entsprechen. Morgenstern beschreibt dann zur Bekräftigung seiner Entdekkungen seine Untersuchungsanordnungen näher. Es würde zu weit führen, hierauf einzugehen. Er kommt nun zur Zusammenfassung seiner Beobachtungen und Erfahrungen: „Nach dem von mir bereits Mitgeteilten besteht innerhalb der harten Zahnsubstanzen ein den Stoffwechsel unterhaltender, vollkommen und typisch ausgeprägter Kreislauf des Ernährungssaftes auf Grund der von mir festgestellten lymphatischen Ernährungs-

bahnen. Ich stelle mir darnach den Vorgang derartig vor, daß die Lymphe aus den Lymphgefäßen der Wurzelhaut durch die Lymphgänge der letzteren in das Dentingrenzkanalsystem tritt und von dort durch die Kommissuren einerseits in die Körnerschicht der Wurzel und von dort ins Zahnbein, anderseits zu den Spurstreifen des Schmelzes, von da zu den interprismatisch verlaufenden Schmelzkanälchen und Interstitien bis nahe zur äußeren Schmelzoberfläche. Das mit den Spurstreifen zusammenhängende Dentingrenzkanalsystem der Krone läßt den Lymphstrom vermittels seiner Kommissuren in das Zahnbein treten. Im Zahnbein kann sich der Lymphstrom in erster Linie durch den lymphatischen Bestandteil der ein in sich abgeschlossenes System darstellenden Interglobularräume fortbewegen, anderseits durch einen Teil zu diesem Zwecke besonders eingerichteter Dentinkanälchen. Diese Dentinkanälchen zeichnen sich vor den andern meistens durch stärkere Breite aus und zeigen nach der Imprägnierung mit Silber oder Gold einen mit Metall ausgefüllten, zylindrischen Raum zwischen ihrer Wandlung und der T o m e s'schen Faser." Die bisher betrachteten morphologischen Gebilde sind mit Ausnahme der flächenartig sich ausbreitenden schmalen Spalträume des Zements und des Schmelzes Hohlröhren mit distinkter Wandschicht. Die letztere läßt sich leicht färben. Betrachtet man solche Röhrchen bei schwacher oder mittelstarker Vergrößerung, so erscheinen sie wie Fibrillen. Es existiert nun aber tatsächlich neben diesem Hohlröhrensystem im Zement, an der gesamten Dentinoberfläche und im Schmelze ein reelles Fibrillensystem, das sich durch Färbung viel schwieriger zur Darstellung bringen läßt als die Wandschicht der Lymphröhrchen und meistens nur kurze Zeit den Farbstoff behält. Die Fibrillen dieses Systems liegen nun wiederum in feinen Röhrchen, die sich durch nichts von den bisher betrachteten Röhrchen unterscheiden und eine gleichfalls färbbare Wandschicht besitzen. — Die örtlichen Beziehungen zwischen beiden Systemen entsprechen sich vollkommen. Die Fibrillenröhrchen treten mit den Hohlröhrchen aus der Wurzelhaut in die harten Zahnsubstanzen, dringen mit ihnen in das Zement ein, nehmen gegen das Zahnbein zu einem immer mehr gegen die Zahnkrone gerichteten Verlauf parallel zur Dentinoberfläche, senden Kommissuren zu der Körnerschicht und den Dentinkanälchen; sie bilden über der ganzen Zahnbeinoberfläche dort ein mehr oder weniger dichtes Fibrillensystem von dem gleichen Typus des lymphatischen Dentingrenzkanalsystems,

also ein Dentingrenzfasersystem, senden Fibrillenbündel und einzelne Fibrillen in den Schmelz, die sich besonders ansammeln und sich mehrfach bis fast zur Schmelzoberfläche verfolgen lassen, stets interprismatisch, die Schmelzprismen unter den verschiedensten Richtungen kreuzend, stellenweise fast unmittelbar unter der Schmelzoberfläche in kurzen Streifen parallel mit dieser verlaufend. — Die Dentingrenzfaserschicht liegt teils zwischen, teils eine Idee über dem Dentingrenzkanalsystem. Während nun der Bau der beiden Systeme sich im allgemeinen derartig entspricht, daß beim Menschen eine Art sternförmiger Strahlensysteme, bei den meisten Tieren eine mehr nach einer Hauptrichtung ausstrahlende, baumförmige Verbindung der Formelemente stattfindet, befindet sich unmittelbar über den genannten Systemen, also etwas nach außen von ihnen, ein wunderbares, mehr großmaschiges Netzwerk feinster Fibrillen, das bei allen untersuchten Tier- und Menschenzähnen den gleichen Typus hat; es ist nämlich vollkommen rektangulär und macht den Eindruck, als wären feinste Fäden in fast gleichen Abständen voneinander nach zwei sich rechtwinklig kreuzenden Richtung aufgespannt. In den Kreuzungspunkten dieses merkwürdigen Netzwerkes finden sich häufig kleine, knotenartige Verdickungen. Die einzelnen dem Dentingrenzfasersystem angehörenden Fibrillen haben einen Zickzackverlauf, die aus ihrem Plexus durch eine Schmelzspalte tretenden oder in interprismatischen schlitzförmigen Zwischenräumen einzeln oder zu Gruppen von Parallelfibrillen angeordneten Fibrillen meist einen geschlängelten Bau; die letzteren endigen, wo man ihre Enden feststellen kann, besonders unmittelbar unter der äußeren Schmelzoberfläche häufig mit kleinen, knopfförmigen Endanschwellungen. Innerhalb der Dentingrenzfaserschicht konnte M o r g e n s t e r n , am häufigsten an ganz jungen Schweins- und Hundezähnen, ab und zu auch an Zähnen von Menschen, große, mit einem deutlichen Kern versehene Körper feststellen, welche im Verlauf von Fibrillen oder in Knotenpunkten von Fibrillenbahnen lagen. — Aus den bisherigen Mitteilungen ist zu ersehen, daß der Bau der Fibrillen viele Uebereinstimmung mit Achsenzylindern hat, und es ist hinzuzufügen, daß häufig einzelne Fibrillen bis zu Nervenstämmchen der Wurzelhaut von der Dentinoberfläche zurückverfolgen sind, so wird die Uebereinstimmung der Fibrillen mit Nerven besonders durch ihr Verhalten zu den Farbstoffen bewiesen. Sämtliche für Nervenfärbungen (Achsenzylinder und Ganglien) zur Anwendung kommende Färbemethoden gaben für diese

Fibrillen positive Resultate, ganz besonders Färbungen mit Methylenblau, Fuchsin, Silber- und Goldchlorid und die Mallorysche Nervenfärbung. Die Fibrillen verblassen meistens nach wenigen Tagen. Morgenstern schließt seine Arbeit folgendermaßen: „Wenn ich von den Fällen absehe, bei welchen ich einen direkten Zusammenhang der Bestandteile des Dentingrenzfasersystems mit Nerven der Wurzelhaut und des Kiefers (besonders gegen den Apex und die Zahnbasis zu an den Zähnen kleiner Tiere, wie Mäusen, Blindschleichen, Eidechsen, Aalen) festgestellt habe, so muß ich mich bei den Beweisen der Identität zwischen den von mir beschriebenen Fibrillen und den Nervenfibrillen mit dem indirekten Verfahren begnügen. Dasselbe wird nun in kräftigster Weise durch unsere klinischen Erfahrungen unterstützt.

1. Das Anbohren des normalen Schmelzes wird schmerzhaft, sobald der Bohrer sich in einer gewissen Tiefe des Schmelzes befindet und zwar noch bevor er das Zahnbein berührt hat.

2. Diese Schmerzen nehmen zu, je mehr sich der Bohrer der Dentinschmelzgrenze genähert hat, erreichen auf ihr ihren Höhepunkt und nehmen wieder mit dem weiteren Eindringen ins Zahnbein ab.

3. Bohrt man in der Nähe der Schmelzdentingrenze in der Flächenrichtung weiter, also parallel zur genannten Oberfläche, so bleibt der Schmerz auf gleicher Maximalhöhe.

4. Aeußerlich intakte Zähne können bei nur kurzer Berührung mit kalten und süßen Substanzen sofort heftige Schmerzen auslösen, besonders intakte Zähne älterer Leute, aber auch die Zähne jüngerer bleichsüchtiger, oder durch Krankheit geschwächter Personen.

5. Liegt der am Zahnhalse außerordentlich dünne Schmelz nach Retraktion des Zahnfleisches frei, so treten die gleichen Erscheinungen wie in Nr. 4 ein.

6. Besteht an den bei Nr. 5 angeführten Stellen eine auch nur ganz oberflächliche Erosion, so können vom Zahnhalse aus Neuralgien entstehen.

Die Arbeiten von Walkhoff und Morgenstern habe ich sehr ausführlich wiedergegeben, weil ich sie durch ihre Gründlichkeit und Gewissenhaftigkeit als grundlegend ansehe.

Morgenstern's Forschungen erstrecken sich auf einen Zeitraum von 25 Jahren. Sie sind natürlich angefochten und sogar direkt übersehen worden, erst durch die Bemühungen Peckerts und Eulers kamen sie zur Geltung.

W. Meyer veröffentlichte 1925 in der Vierteljahrschrift für Zahnheilkunde unter dem Titel „Strittige Fragen in der Histologie des Zahnschmelzes" seine Forschungsergebnisse. Mit Resorption und Lakunenbildung geht Meyer einig. Er sieht bei solcher Gestaltung der Grenze zwischen Schmelz und Dentin durch die Natur den Zweck verfolgt, die Verwachsung beider Gewebe recht innig sein zu lassen. Auch er stellt die Dentinkanälchen im Schmelz fest, kann aber ihre Bedeutung nicht sagen, zumal sie in dieser ausgesprochenen Form nicht bei allen Tieren zu finden seien. Beim Hund z. B. ist es fraglich, ob überhaupt auch nur kürzeste Fortsätze der Dentinkanälchen im Schmelze vorhanden sind (im Gegensatz zu Morgenstern). Neben diesen einfachen Fortsätzen der Dentinkanälchen im Schmelz sieht man besonders im Bereich der Höckerspitzen und Schneidekanten noch eine andere Art, die kolbenförmigen Fortsätze (John Tomes), wie schon erwähnt, die mehr als die einfachen Streitobjekte in der Fachliteratur waren. Morgenstern hielt sie für Gebilde, in denen freie Nervenendigungen vorhanden wären. Andere sahen in ihnen Zellen, während Fischer sie für die nicht zur Auffaserung gelangten Dentinfortsätze hielt, im Gegensatz zu den Büscheln, die die aufgefaserten Fortsätze darstellen sollten. v. Ebner sah sie für kolbenförmige Erweiterungen der Dentinkanälchen an. Meyer schließt aus seinen Befunden, daß das Vorhandensein der Odontoblastenfortsätze im Schmelz „widerspruchslos" als Tatsache hingenommen werden müsse und daß bereits im Schmelz eine Schmerzreaktion ausgelöst werden könne. Als Gegner dieser Ansicht führt Meyer Türkheim an: „Beim Beschleifen des Schmelzes, besonders wenn man ohne Absetzen und ohne Feuchtigkeit arbeitet, wird allerdings eine ganz erhebliche Wärme erzeugt, die sich dem unter dem Schmelze liegenden Dentin mitteilt und hier als Schmelz registriert wird, übrigens eine so elementare Feststellung, daß man auf ihre Erwähnung unter anderen Bedingungen selbstverständlich verzichten kann. Die von Jung zitierten „vitalen Zellen" sind die Odontoblasten mit ihren Ausläufern im Dentin; sie sind zwar einer allgemeinen Beeinflussung vom Blutkreislauf her zugänglich, „nur liegen sie nicht im Schmelz". Und wenn die Odontoblastenfortsätze als Vermittler der Schmerzreaktion im Dentin allgemein wohl heute angesehen werden, dann muß man damit auch an eine Schmerzauslösungsmöglichkeit im Schmelz glauben. Es ist hier eine Beobachtung der Praxis histologisch bestätigt. — Außer den

zwei beschriebenen Eigentümlichkeiten der Dentinschmelzgrenze, den einfachen und kolbenförmigen Fortsätzen, die in gewissen Sinne Gebilde sui generis sind, findet man noch andere charakteristische Zeichungen, die sogenannten Büschel, auch fälschlich als büschelförmige Fortsätze beschrieben. Man beobachtet sie mehr an den Seitenflächen der Kronen, während die wirklichen Fortsätze und Kolben mehr an den Höckerspitzen und Schneidekanten ihren Hauptsitz haben. Vielfach sieht man, daß sie von den zwischen den Lakunen gelegenen Dentinspitzen ihren Ausgang nehmen und gewissermaßen auffasernd gegen die Oberfläche des Schmelzes zustreben, diese aber niemals erreichen. Nach etwa 1/4 ihres Weges verstreichen sie in die normale Umgebung. Ihre Abstände voneinander sind nicht bestimmt, sie sind in einem Zahn größer, in anderen kleiner, in demselben Zahn beobachtet man allerdings, daß da die Abstände, besonders in Querschliffen, eine gewisse Gleichmäßigkeit aufweisen. Diese Büschel sind von Fischer in gewissen Zusammenhang gebracht mit den kolbenförmigen Fortsätzen derart, daß Fischer die Kolben für nicht zur Auffaserung gekommene Dentinkanälchen hält, die Büschel aber für aufgefaserte Dentinkanälchen. Die einzelnen Aeste der Büschel verlaufen zwischen den Prismen; sie sind nicht Abkömmlinge oder Auffaserung des Dentinkanalinhaltes (Fischer), sondern mehr organische, unverkalkte oder minder verkalkte interprismetische Substanz. Nach den Untersuchungen Meyers stehen die Büschel absolut nicht in abhängiger Beziehung zu den Dentinkanälchen. Wohl, daß gelegentlich ein Dentinkanälchen im Bereich eines Büschels in den Schmelz zieht. Es stehen also nach diesen Befunden die Büschel in sehr naher Beziehung zu den Lamellen, die nun besprochen werden sollen. Es besteht die Möglichkeit, daß die Lamellen, die bei stärkster Vergrößerung kleiner Abschnitte dasselbe Bild bieten wie die Büschel, nichts anderes sind, als die von der Dentinschmelzgrenze bis zum Schmelzoberhäutchen durchgeführten Büschel.

Es sei noch die Membrana limitans erwähnt, die zuerst Studnicka beschrieben hat. Es ist eine Schicht, die offenbar in sehr naher Beziehung zur interprismatischen Substanz steht. Sie liegt als verbindende Substanz gewissermaßen zwischen den Prismenkopfstücken und dem Dentin. Sie geht kontinuierlich zwischen den Prismen in die interprismatische Substanz über, ohne daß man die Möglichkeit hätte, auch nur die Andeutung einer Grenze zwischen beiden zu finden. Sie stellt

eine die beiden Gewebe, Dentin und Schmelz, innigst verbindende Masse dar.

Von C. F. Boedecker wurden 1909 zum ersten Male eingehender Gebilde des Schmelzes beschrieben, die er Lamellen nannte. Boedecker sagt: „Die Schmelzlamellen sind blattartige Fortsätze organischer Substanz, die ihren Ursprung an der Zahnbeingrenze haben und den Schmelz bis zur Oberfläche durchziehen. Sie stehen in Verbindung mit den Zahnbeinfasern. Die büschelförmigen Fortsätze sind ebenfalls organische, an der Zahnbeinschmelzgrenze entspringende Gebilde, welche die Schmelzschicht zur Hälfte oder bis zu einem Viertel der Dicke durchdringen." Boedecker machte seine Beobachtungen an entkalkenden und entkalkten Schliffen, die auch gleichzeitig bewiesen, daß es sich tatsächlich um wirkliche Gebilde, nicht um Kunstprodukte handelt.

Walkhoff betrachtete die Schmelzlamellen als unverkalkte, zusammengedrückte Prismen, die zu den „Schmelzanomalien" der Verkalkung gerechnet werden müssen.

Ebenso Baumgartner, Faber hielten sie für unverkalkte oder weniger verkalkte Partien einzelner oder mehrerer Schmelzprismen, dagegen v. Ebner, Euler, Gottlieb für unverkalkt gebliebene interprismatische Substanz.

Gottlieb hat seine frühere Ansicht, daß die Lamellen unverkalkte Prismen oder interprismatische Substanz seien, dahin geändert, daß er sie auf Grund einer einzigen Beobachtung für Abkömmlinge des äußeren Schmelzepithels hielt. Sie können nach Gottlieb verhornen, von ihrer Ansatzstelle am Schmelzoberhäutchen beginnend, in größerer oder geringerer Ausdehnung gegen das Dentin hin.

Orban kommt zu dem gleichen Ergebnis; nach seinen Forschungen entstehen die Lamellen durch Sprünge im Schmelz, in die das umliegende Gewebe hineinwuchert. Neben diesen verschiedenen Ansichten über die histologische Deutung und Entstehung der Lamellen ist noch ein weiterer Punkt strittig: das ist der Ansatz der Lamellen am oder im Dentin. Die einen glauben, sie zögen nur von der Schmelzdentingrenze nach dem Schmelzoberhäutchen, während auf der anderen Seite vor allem Gottlieb sagt, sie ließen sich mehr oder weniger weit ins Dentin hinein verfolgen. Gottlieb spricht direkt von einem Dentinanteil der Lamellen. Auch nach Weski tritt die Lamelle in das Dentin hinein. Nach einer sehr ausführlichen Besprech-

ung seiner Bilder kommt Meyer zu dem Schluß, daß es sich bei den Lamellen um nichts weiter handelt, als um minderverkalkte mächtige Stränge der interprismatischen Substanz.

Ob es ein Leben des Schmelzes oder im Schmelz gibt, kann auch Meyer nicht entscheiden. Er nimmt an, daß im Schmelz und zwar nahe der Dentingrenze Lebensvorgänge sich in den Odontoblastenfortsätzen abspielen; sie stehen natürlich mit der Pulpa noch in Verbindung.

F. Weidenraich schreibt auch: „Die Lamelle setzt sich unzweideutig in das Dentin hinein fort."

Nach Brammer und Brauer können die Lamellen einen sog. Dentinanteil aufweisen, und zwar im Gegensatz zur Ansicht Orban's auch jene, die aus Schmelzelementen bestehen.

Dementgegen behauptet W. Meyer: „Die Schmelzlamellen haben keinen Dentinanteil im Sinne Gottlieb's und Orban's.

Man kann häufig Sprünge in Schmelzlamellen entlang entstanden sehen. Solche Sprünge können sich fortsetzen bis ins Dentin. Man kann also nur von Dentinanteilen der Schmelzsprünge reden."

Im Jahre 1925 veröffentlichte Gottlieb in der Oesterreichisch-ungar. Vierteljahrschrift für Zahnheilkunde seine „Untersuchungen über die organische Substanz im Schmelz menschlicher Zähne".

Bei Gottlieb haben die Lamellen einen Dentinanteil. Als was ist der Dentinanteil anzusprechen? Treten eine Summe von Dentinfasern vor Erreichung der Schmelzdentingrenze zu einem einheitlichen Bündel zusammen, um dann die Schmelzdentingrenze zu überschreiten und als Lamelle oder Büschel im Schmelz zu verlaufen? Die Lamellen wären dann nicht dem Schmelz abeigen, sondern in den Schmelz sekundär hineingewachsene Dentinfasern. Der Dentinanteil ist gegen das umliegende Dentin gut begrenzt.

Es bleibt daher nur die Annahme möglich, daß die Lamellen von Haus aus dem Schmelz angehören und sich aus histologisch gleichwertigem Gewebematerial zusammensetzen wie die anderen Schmelzpartien. Die Entstehung der Dentinanteile stellt sich Gottlieb folgendermaßen vor: „Es ist allgemein anerkannt, daß der frisch gebildete, noch nicht verkalkte Schmelz die peripheren Dentinpartien zur Resorption bringt; dadurch kommt

die festonierte Beschaffenheit der Schmelzdentingrenze und das Hineinragen von Dentinkanälchen in den Schmelz zustande. Diese Fähigkeit, das verkalkte Dentin zum Schwund zu bringen und an seine Stelle zu treten, besitzt der Schmelz nur solange er noch unverkalkt ist. Die Lamellen und Büschel stellen nun Partien von Schmelzgewebe dar, die zeitlebens ihrem embryonalen, d. h. unverkalkten Zustand, bewahren; sie können also noch zu einer Zeit das Dentin zur Resorption bringen, da die umgebenden, bereits verkalkten Schmelzpartien es nicht mehr imstande sind. Sie üben also ihre zerstörende Tätigkeit auf das Dentin über die Grenzen aus, die der gesamte Schmelz zur Zeit seiner Bildung erreicht hat, und wachsen ins Dentin hinein." Gottlieb fand, daß die Büschel immer an den zwischen den Buchten in den Schmelz hineinragenden Dentinzacken das Dentin verlassen; an Längsschliffen, abgesehen von den Kauflächen der Praemolaren und Molaren, sind sie nicht anzutreffen. Die Lamellen sind an Längsschliffen gewöhnlich viel schmäler als an Querschliffen. Lamellen und Büschel sind in horizontalen Flächen angeordnet, weshalb sich vorzüglich Querschliffe und -schnitte zu ihrer Darstellung eignen.

Besonders wichtig erschien die Frage nach der Verteilung der Lamellen und Büschel auf einzelne Schmelzbezirke. Als Prädeliktionsstellen für Zahnkaries sind von jeher bekannt die Approximalflächen und die Fissuren und Foraminacoeca. Gottlieb fand in sämtlichen Fissuren und Foramina coeca eklatante Anhäufungen organischer Substanz, teils in Form von gehäuften Lamellen und Büscheln, teils von diffus mangelhaft verkalkten Schmelzpartien. Die Lamellen und Büschel sind in den meisten Fällen an den Interapproximalflächen viel dichter angeordnet als an den labialen, resp. bukkalen und lingualen Flächen, ebenso an den gegen den Zahnhals scharf auslaufenden Partien dichter als schneidwärts. — Wie schon erwähnt, hat Gottlieb seine Ansicht über das Zustandekommen der Lamellen geändert. In der Arbeit über „Aetiologie und Prophylaxe der Zahnkaries" stellt er sie als Abkömmlinge des Schmelzepithels dar und zwar so, daß Zellen vom äußeren Schmelzepithel in Schmelzklüfte hineinreichen. Diese Zellstränge werden als Muttersubstanz der Lamellen angesprochen. Unklar ist noch das Entstehen des Spaltes im Schmelz. Es sind da zwei Möglichkeiten gegeben, entweder ist der Sprung im Schmelz primär und sekundär wachsen die Zellen des Schmelzepithels in ihn hinein zu einer Zeit, wo Ameloblasten und Schmelzpulpa schon

geschwunden sind, oder es haben die Zellen des äußeren Schmelzepithels die Fähigkeit, Schmelz und Dentin anzufressen und zu zerklüften? Gottlieb neigt zur ersten Annahme.

Durch Druckkräfte im Kiefer sollen Sprünge in den Scherbchen entstehen, die stellenweise nicht nur den ganzen Schmelz durchdringen, sondern sogar ins Dentin hineinreichen. In diese Sprünge wachsen dann sekundär Zellen des äußeren Schmelzepithels hinein, die nach dem Durchbruch ihren zelligen Charakter verlieren und im Laufe der Zeit verhornen können. Infolge der guten Reizleitung der Lamellen kann in der Umgebung ihrer Dentinanteile eine Zone transparenten Dentins entstehen. Von dem Grad der Verhornung der Lamellen soll die Immunität gegen Zahnkaries abhängen.

Kantorowicz (1913) betrachtet die Lamellen als mangelhaft verkalkte Schmelzprismen, die hier nicht zu Büscheln vereinigt, sondern mehr geradlinig verlaufen und offenbar den Schmelz durchziehen. Eine Verbindung mit dem Dentin besteht nach ihm nicht. Endlich teilt auch Faber (1924) diese Ansicht, wenn er die Lamellen für „Züge wenig oder nicht verkalkter organischer Substanz, die das Email in seiner ganzen Ausdehnung vom Dentin bis zum Schmelzoberhäutchen durchsetzen hält", wobei die Prismensubstanz in einer mehr ursprünglichen Anlage sich erhalten hat.

Im Gegensatz hierzu liegt nach v. Ebner der Bildung der Lamellen unverkalkte Kittsubstanz zugrunde, die beim Eintrocknen der Zähne und des Schliffes Luft aufnehme und so schwarz erscheine.

Weidenreich (1926) bestreitet, daß die Lamellen etwas mit der Kittsubstanz zu tun hätten und sagt: „Somit komme ich zu dem Ergebnis, daß die sog. Schmelzlamellen Faserbündel sind, die aus dem Dentin heraustreten und zwischen den Schmelzprismen hindurch zur Oberfläche des Schmelzes verlaufen. Hier reichen sie bis zum Schmelzoberhäutchen, ohne jedoch, soweit ich sehen konnte, sich fester mit ihm zu verbinden. Der sicher fibrilläre Charakter beweist, daß die Lamellen nicht einfach „Kittsubstanz" sein können, wenn sie auch interprismatisch gelagert sind. Da sie als fibrilläre Bildungen auch nicht verkalken, müssen sie im Trockenschliff natürlich als dunkle Linien hervortreten."

Schaffer (1922) schreibt: „Von der Oberfläche des Zahnbeins strahlen oft in ziemlich regelmäßigen, etwa 3—4 Resorp-

tionslakunen zwischen sich fassenden Abständen blattartige, gegen die Oberfläche büschelförmig sich verbreitende und entsprechende, dem spiraligen Verlaufe der Schmelzprismen gedrehte, flächenhafte Lagen von reichlicher, unverkalkter Kittsubstanz radiär in den Schmelz; sie können da und dort bis an die Oberfläche reichen und erscheinen am trockenen Schliff ebenfalls bräunlich bis schwarz. Löst man die Schliffe in Säuren, so bleiben Reste dieser Schmelzfaserbüschel erhalten. Sie stellen wohl Zufuhrwege gelöster Substanzen, hauptsächlich von Kalk aus dem Zahnbein in den Schmelz hinein vor."

Auch Andresen hat diese organische Substanz gesehen und genauer beschrieben; wenn er einen Zahn in verdünnte Säure legte, so konnte er leicht das Schmelzoberhäutchen vom Zahn abgelöst untersuchen. Wenn er einen Zahn vorsichtig durch Aufhängen in 4proz. Formalinlösung mit 10proz. Salpetersäure in 12 bis 24 Stunden entkalkte, so konnte er von diesem Schmelzoberhäutchen aus und zwar angeblich besonders an den Fissuren der Kaufläche feine Fasern zur Schmelzdentingrenze ziehen sehen.

Gottlieb hat, wie schon erwähnt, den Lamellen eine ganz andere Bedeutung gegeben. So auch H. Siegmund und R. Weber schreiben in ihrer „Pathologischen Histologie der Mundhöhle" (1926) über die Lamellen folgendes: „Hier muß erwähnt werden, daß von ihm (dem Schmelzoberhäutchen) aus organische Substanz tief in den Schmelz eindringt: Schmelzlamellen. Diese sind nicht bei der Präparation hervorgerufene Kunstprodukte, wie mehrere Untersucher aus Schliffen geschlossen haben. Vielmehr entstehen sie aus Sprüngen im Schmelz, in die das benachbarte Gewebe hineinwuchert. Ihre Ansatzstellen können verhornen."

Die Schmelzlamellen stellen nach Faber besondere, in ihrer Art ganz bestimmte Bildungen des Schmelzgewebes dar, wobei die Prismensubstanz in einer mehr ursprünglichen Anlage sich erhalten hat. Es sind Züge wenig oder nicht verkalkter organ. Substanz, die das Email in seiner ganzen Ausdehnung vom Dentin bis zum Schmelzoberhäutchen durchsetzen. Die Verbindung mit beiden Geweben ist eine ziemlich innige, besonders mit dem Dentin, in das sie fast stets noch ein Stück hineinragen. Bei ihrem Vorkommen an grübchen- oder furchenförmigen Vertiefungen des Schmelzes sind die Lamellen in ihrer Gestaltung diesen so ziemlich entsprechend; an der glatten Fläche eines Zahnes dagegen haben sie die Form eines gleichmäßigen, blatt-

artigen, fast durchweg axial gerichteten Streifens. Die Dicke der Lamellen ist zumeist und immer, wenn sie als Blätter letztgenannter Art auftreten, mehr oder weniger gleichbleibend während des ganzen Verlaufs, also nicht etwa so, daß sie in einer Ausstrahlung der Lamellenteile nach oben hin eine starke Zunahme erfahren würde. Auffallend ist deren gedrehte Anordnung in zopfartigen, innig miteinander verflochtenen Windungen.

Durch alle diese morpholog. Besonderheiten unterscheiden sich die Lamellen scharf von anderen im Schmelz auftretenden, ebenfalls mehr organ. Prismenformationen, den sog. büschelförmigen Fortsätzen, den Büscheln. Diese ziehen von der Grenze zwischen Schmelz und Dentin, ohne mit letzterem fest verbunden zu sein, wie schon der Name sagt, büschelförmig sich verzweigend, in den Schmelz hinein, erreichen aber nicht dessen Oberfläche, hängen also infolgedessen in keiner Weise mit dem Schmelzoberhäutchen zusammen. Sie gehen im allgemeinen nicht über die Mitte des Schmelzes hinaus, verlieren sich vielmehr meist schon ziemlich unterhalb derselben. An Zahl überwiegen diese Bildungen, die oft in regelmäßigen Abständen auftretend, der Schmelzdentingrenze im mikroskop. Querschnittsbild ein sehr charakteristisches Aussehen geben, weit die Lamellen. Außerdem stellen im Vergleich zu diesen die Büschel in ihrer organischen Struktur viel zartere Gebilde dar; sie sind Säuren gegenüber viel weniger widerstandsfähig und erscheinen bei Färbungen in einem matteren Farbton, beides Zeichen, daß ihr organ. Gefüge nicht so massiv ist, wie das der Lamellen. An den Büscheln tritt die Prismenstruktur gewöhnlich viel prägnanter in Erscheinung als bei den Lamellen. Dies hat seinen Grund vor allem darin, daß in letzteren die Prismen bei der Entwicklung des Schmelzes nicht so gut zur Ausbildung gekommen sind. Lamellen und Büschel, diese beiden in ihrer geweblichen Zusammensetzung ziemlich gleichartigen, in ihrer Gestaltung und ihrem Auftreten aber ganz verschiedenen Modifikationen des Schmelzgewebes müssen unbedingt scharf auseinander gehalten werden, wie auch schon Miller und Boedecker bei der von ihnen erstmalig gegebenen genaueren Beschreibung hinsichtlich ihres Verlaufes dies zum Ausdruck gebracht haben.

Die Lamellen ebenso wie die Büschel, wenn auch beide lange nicht die Verkalkung zeigen, wie sie dem Schmelz sonst

eigen ist, möchte ich nicht zu den Hypoplasien rechnen wie Walkhoff. Ihr Auftreten ist viel zu konstant.

Schmelzlamellen finden sich mit Vorliebe an den Approximalseiten und ich möchte fast sagen regelmäßig an den Vertiefungen der Schmelzoberfläche, wo sie auch öfters von größerer Ausdehnung sind. Aehnlich berichtet auch Gottlieb. Lamellenbildungen in Form von Blättern finden wir nicht selten auffallend stark ausgeprägt an den Frontzähnen, so besonders an den oberen mittleren Schneidezähnen. In der Gestaltung der Lamellen hat das Schmelzgewebe des ausgebildeten Zahnes eine Anhäufung organ. Substanz erhalten, wie sie nirgends im Schmelz in dieser Stärke und zugleich in dieser von innen nach außen durchgehenden Ausdehnung so regelmäßig und eigenartig sich findet. So erscheint es ganz natürlich, daß ebenso wie auch sonst im Körper, wo organ. Substanz frei zu Tage liegt, so auch hier Bakterien in und durch den Schmelz gelangen können, indem sie diese an organ. Substrat reicheren Teile des Schmelzes als Weg benützen. Wir können also mit Bestimmtheit annehmen, daß da, wo organ. Substanz in Form von Lamellen sich findet, die Beschaffenheit des Zahnschmelzes in der Regel dergestalt ist, daß hier an und für sich die Möglichkeit des Eindringens von Bakterien gegeben sein kann. Jedenfalls stellt der Schmelz, sowie er sich an unseren Zähnen findet, nicht wie Black allgemein annimmt, „mit seinen durch die Kittsubstanz verbundenen Prismen eine vollkommene solide Masse dar, welche keine natürlichen Oeffnungen besitzt, in die Mikroorganismen hineinwachsen könnten". Gibt es eine Ernährung des Schmelzes?

Diese Frage untersucht auch Kantorowicz und stößt natürlich auf die Lamellen und Büschel, die bei ihm noch kolben- und büschelförmigen Fortsätze heißen. „Hier treten vorerst aus der Dentinfläche die sog. kolbenförmigen Fortsätze heraus, die aber je nach ihrer Ausbildung auch als gerade Fortsätze erscheinen. Diese sind, wenn auch nicht unwidersprochen (Euler), die Endigungen der Dentinkanälchen und in den Schnittpräparaten sind sie auch eindeutig als solche zu erkennen. Sie stehen, abgesehen von den auf den Spitzen der Höcker austretenden, fast niemals parallel zu den Prismen, sondern kreuzen sie meist. Die Angabe Fischer's, daß sie also in den Zwischenräumen der Schmelzprismen verlaufen und hier die Ernährungsbahnen von Dentin in den Schmelz darstellen, ist irrtümlich.

Sodann verlaufen in den Schmelz hinein die sogen. büschelförmigen Fortsätze, auch nur Büschel genannt. Diese sollen die Hauptbahnen für die Ernährung darstellen. Fischer sagt, daß sie je mit einem Dentinkanälchen kommunizieren, das sich in ihnen aufsplittert und dann zwischen den Prismen verteilt.

Ebner nennt diese Büschel Kittsubstanzblätter und nimmt sie ebenfalls für die Ernährung des Schmelzes in Anspruch, da in ihrem unverkalkten Gewebe Flüssigkeit vom Zahn in den Schmelz diffundieren könnte.

Im Querschliff scheint Morgenstern diese Büschel als Spurstreifen bezeichnet zu haben, doch ist zu betonen, daß bei den komplizierten räumlichen Verhältnissen nur sehr schwierig und nur bei guter Raumvorstellungsgabe sich alle Bilder, die man auf Querschliffen findet, mit den auf Längsschliffen in Uebereinstimmung bringen lassen.

Die wirklichen von Morgenstern beschriebenen Spurstreifen sind wohl quergetroffene Büschel. Doch ist die Morgenstern'sche Darstellung zu ungenau, um seine sämtlichen Strukturen mit den bisher anerkannten zu identifizieren.

Baumgartner hält die Büschel für stark ausgeprägte Randschichten zusammengedrehter Prismen, also nicht für Kittsubstanz. Denn diese Büschel stellen nichts weiter dar wie Schmelzprismen und zwischen ihnen ist auch nichts anderes zu sehen, als sonst im entkalkten Schmelz. Bei stärkeren Vergrößerungen ist übrigens deutlich zu erkennen, daß Büschel und Dentin stets von einander getrennt sind. Boedecker'sche Schmelzlamellen. Aber auch für diese erwies es sich, daß sie ebenfalls nichts anderes darstellen als mangelhaft verkalkte Schmelzprismen, die hier nur nicht zu Büscheln vereinigt, sondern mehr geradlinig verlaufen und oft den ganzen Schmelz durchziehen.

Um jedoch den Beweis zu führen, daß es sich bei Färbungen des Schmelzes um Flüssigkeit handelt, die von außen eindringt, somit für die Ernährungshypothese ausscheidet, hat Kantorowicz Versuche angestellt. Hier ergab sich, daß tatsächlich die Schmelz-Dentingrenze, wenn nicht Schmelzanomalien vorliegen, eine vollständige Scheidewand für Flüssigkeiten bildet."

Gottlieb hat als erster beobachtet, daß um die Dentinanteile der Lamellen das Dentin oft transparent ist, ein Zeichen, daß die Lamellen die Reize der Außenwelt bis ins Dentin fortpflanzen. Darüber berichtet Orban und unterstützt diese Be-

obachtungen. Meyer bezweifelt die Richtigkeit der Gottlieb'schen Beobachtungen und behauptet, daß die „monumentalen" Dentinanteile in Wirklichkeit nicht existieren, sondern durch präparatorische Sprünge oder optische Kunstprodukte vorgetäuscht werden. Daß man Lamellen mit Sprüngen verwechseln kann, ist seit jeher bekannt und diese Fehlerquelle ist nicht neu.

Es zeigte sich, daß die Kanäle um die Lamelle herum sich nicht mit dem Farbstoff füllten, hingegen die Kanäle der Umgebung tief bläulich rot sind. Die Kanäle des nicht transparenten Dentins sind bis auf ihre feinsten Ausläufer mit dem Farbstoff gefüllt.

Dadurch ist der Beweis erbracht, daß die Zone, die Gottlieb um Dentinanteile der Lamellen als transparent bezeichnet hat, auch wirklich transparent ist, was wieder darauf hinweist, daß die Lamelle und ihr Dentinanteil kein Kunstprodukt sind, sondern vitale Gebilde. Es gibt also Dentinanteile der Lamellen, die mit den Schmelzteilen derselben in organ. Verbindung stehen.

Daß Sprünge nach dem Durchbruch des Zahnes entstehen können, die auch bis ins Dentin reichen, ist wahrscheinlich. Diese Sprünge haben mit Schmelzlamellen weiter nichts zu tun. Sie können weder einen organ. Docht, noch einen verhornten Ansatz besitzen.

Außer den Lamellen, von denen bis jetzt die Rede war, gibt es noch eine andere Art. Man kann oft Lamellen am Schliff wahrnehmen, die entweder bis zum Dentin oder nicht einmal bis zur Dentingrenze reichen. Wir sehen nebst gut verkalkten Schmelzprismen und interprismat. Substanz (I.P.S.) einen Streifen, wo die I.P.S. und so auch die Prismen selbst eine mangelhafte Verkalkung aufweisen. Die mangelhafte Verkalkung kann man nicht entlang desselben Prismas von der Oberfläche bis zum Dentin verfolgen, sondern es sind immer diejenigen Prismen und I.P.S.-Abschnitte mangelhaft verkalkt, welche die geradlinig verlaufende, auf der Dentingrenze senkrechte Linie kreuzen. Es ist eben für die Lamellen charakteristisch, daß sie nicht dem Verlauf der Prismen folgen, die sich ja mannigfach kreuzen, sondern senkrecht auf die Schmelz- und Dentinoberfläche gerichtet sind.

Diese Lamellen sind diejenigen, für die es zutrifft, daß sie aus mangelhaft verkalkten Schmelzpartien bestehen.

Es ist nun klar, daß solche Lamellen weder einen verhorn-

ten Ansatz peripher, noch einen Dentinanteil zentral haben können. Sie beschränken sich auf den Schmelz und bestehen aus mangelhaft verkalkter Schmelzsubstanz. Nicht nur die I.P.S., sondern auch die Prismen sind ärmer an Kalksalzen.

Zwischen den beiden Arten von Lamellen sind bedeutende morpholog. Unterschiede. Es ist wahrscheinlich, daß die Lamellen in der Zeit entstehen, wo die Bildung des Schmelzes schon vollendet, die definitive Erhärtung aber noch nicht abgeschlossen ist. Wäre die Entstehung der Lamellen ein Fehler in der Bildung des Schmelzes, so müßte die mangelhafte Verkalkung parallel der Oberfläche entsprechend den Retzin'schen Streifen entstehen. Die Lamellen verlaufen aber senkrecht zur Oberfläche und die Entstehung einer mangelhaften Verkalkungszone senkrecht auf die Bildungsrichtung kann auf eine Schädigung in derselben Entwicklungszeit nicht zurückgeführt werden.

Diese Schmelzlamellen sind also in der Verkalkung zurückgebliebene Schmelzteile, die entlang einer durch Druckmomente bedingten Zerrungslinie entstehen.

Wenn ich (Orban) auch zwischen den beiden morpholog. verschiedenen Lamellenarten unterschieden habe, so möchte ich doch behaupten, daß sie sich in der Art der Entstehung nur stufenweise unterscheiden. Eine Druckwirkung, die zur Zerrung des Gewebes führt, kann ansteigend einmal die Entstehung eines mikroskop. feinen Spaltes, wo außer die Gewebeflüssigkeit nicht einmal eine Zelle Platz hat, veranlassen, ein anderes Mal bis zur Spaltbildung führen, wo die Zellen der Umgebung hineinwuchern können und so die Lamellen bilden.

Schmelz-Büschel: Es handelt sich also bei den Büscheln um die Projektion von mangelhaft verkalkten Schmelzteilen verschiedener Ebenen in eine einzige. Die Büschelform ist eine optische Erscheinung und ist äußerst selten in Längsschliffen zu beobachten; an Querschliffen hingegen bieten sie einen regelmäßigen Befund. Die bisher zu Wort gekommenen Autoren stimmen wenigstens soweit überein, daß sie die als Lamellen und Büschel bezeichneten und gesehenen Gebilde als organische Substanz anerkennen. Ob nun diese Gebilde als Ernährungsbahnen angesprochen werden dürfen, oder als „Nervenblatt' anzusehen sind, oder mit der Karies in Beziehung gebracht werden dürfen, darüber haben auch die langwierigsten und einwandfreien Untersuchungen keine allgemein anerkannte Klarheit schaffen können. Dies beweist schon, daß es Autoren gibt, die diese

Gebilde als reine Kunstprodukte ansehen. Unter diesen sind in neuerer Zeit hauptsächlich Gräff und seine Schüler Hauser und Akamatsu zu nennen.

Gräff vertritt die Ansicht, daß diese im nicht entkalkten Schliff als dunkle Streifen, Ebenen, Platten oder Büschel sichtbaren Bildungen so gut wie ausschließlich künstlich erzeugte Veränderungen darstellen, also mit organischen Strukturen irgendwelcher Art nicht gleichgesetzt werden dürften. Lamellen und Büschel haben nach diesen Autoren in der Regel einer zu gewaltsamen Vorbehandlung des Schliffes ihre Entstehung zu verdanken. Sie lassen aber die Möglichkeit einer traumatischen Sprungbildung am Zahn während seiner Funktion in der Bißreihe offen.

Gräff's Auffassung ist folgende: „An den Stellen, an welchen physiologischerweise zur Zeit der Entstehung des Schmelzes eine besonders starke Ablagerung von organ. Substanz statthat, bleibt die Verkalkung in entsprechendem Maße hinter der sonstigen Stärke zurück. Dieser Wechsel der Verkalkung kann durch Stoffwechselstörungen der ersten Lebensjahre weiterhin beeinflußt werden. Setzen nun während des Lebens traumatische Einflüsse ein durch Belastung, Kaudruck usw., so werden sich an diesen Stellen die Lamellen und Büschelbildungen in erster Reihe einstellen.

In besonders verstärktem Maße werden sich hier, dann aber auch außerhalb dieser prädisponierten kalkarmen Stellen Lamellen und Büschelbildungen, an dem Lebenden entnommenen, bezw. am Leichenzahn nachweisen lassen, wenn traumatische Einflüsse — und von diesen in erster Linie das Schleifen des Zahnes zu histolog. Zwecken zu nennen eingewirkt haben."

Aus unseren eigenen Untersuchungen kann folgendes berichtet werden: Aus 12 Zähnen, die vorher in Formalin aufbewahrt waren, wurden 25 Schliffe hergestellt, und zwar mehr Quer- als Längsschliffe. Mit einer Stahlscheibe wurden die Zähne in 2 Teile geteilt. Die Stahlscheibe war immer feucht und noch mit feinstem Carborundumpulver bestreut, um bei mäßiger Tourenzahl ja den Schliff zu schonen. Nun wird der so erhaltene Schliff in das von Meyer empfohlene und von Jonas (Göttingen) eingeführte „Kollolith" auf einem Objektträger eingebettet. Die eine Seite wird auf einer mit Carborundumbrei beschickten Glasplatte unter geringstmöglichem Druck plangeschliffen, mit Wasser abgewaschen und abgebürstet. Diese

Seite wird darauf auf einer mit offizin.flüssiger Seife versehenen Spiegelplatte 3–5 Minuten poliert. Der Schliff wird von dem Kollolith befreit und kommt abwechselnd je 10 Minuten in aufsteigenden Alkohol und zum Schluß in Xylol. Diese Seite ist fertig und wird in auf einen Objektivträger aufgeschmolzenes Kollolith eingebettet. Mit der andern Seite des Schliffes wird ebenso verfahren. Die so erhaltenen Präparate wurden in verdünntes Formalin gebracht, um sie dann gleichzeitig färben zu können.

4 Schliffe wurden mit Hämatoxylin gefärbt; da die Resultate nicht befriedigten, wurde Methylenblau versucht. Der Erfolg war gut und daher wurde dieser Farbstoff auch für die andern verwandt.

Untersuchungsresultate:

Schon nach Herstellung der ersten Schliffe konnte festgestellt werden, daß an Längsschliffen die fraglichen Gebilde nicht zu beachten sind. Deshalb wurden hauptsächlich Querschliffe angefertigt. An diesen ist zu beobachten, daß die Lamellen den Schmelz in seiner ganzen Ausdehnung vom Dentin bis zum Schmelzoberhäutchen durchsetzen. Man kann sie noch ein Stück weit ins Dentin verfolgen. Sie finden sich mit Vorliebe an den Approximalseiten. Lamellenbildungen in Form von Blättern sind auffallend stark an den Frontzähnen ausgeprägt, so besonders an den oberen mittleren Schneidezähnen. Die Büschel ziehen in radiärer Richtung von der Grenze zwischen Schmelz und Dentin, ohne mit letzterem fest verbunden zu sein, büschelförmig sich verzweigend in den Schmelz hinein, erreichen aber nicht dessen Oberfläche. Sie gehen im allgemeinen nicht über die Mitte des Schmelzes hinaus und überwiegen an Zahl weit die Lamellen. Sie treten in regelmäßigen Abständen von einander auf. Außerdem stellen die Büschel im Vergleich zu den Lamellen viel zartere Gebilde dar.

Es dürfte noch von Interesse sein, die verschiedenen Wege wenigstens anzudeuten, auf denen dem Problem nach dem Leben des Schmelzes nachgegangen wird. Und da sind es vor allem die Russen und Amerikaner, die durch physiologische Versuche eine Lösung erstreben.

Lukomsky faßt seine und seiner Mitarbeiter Ergebnisse in den beiden Sätzen zusammen: „Die vergleichsweise quantitative Bestimmung der Permeabilität des Zahnes für Ca und Chlor dient als Indikator für die Lebenseigenschaften der Zahngewebe bezw. als Methode zur Bestimmung dieser Eigenschaften. Bei der Bestimmung der Lebenseigenschaften von Zahngeweben mit dieser Methode wird neben den anderen Geweben auch der Zahnschmelz als lebendes Gewebe charakterisiert.

Wassiljew und Manjewitsch untersuchten unter gleichen Bedingungen die Permeabilität der Zahngewebe für Chlor und fanden: „Die Gewebe des toten Zahnes sind viel durchlässiger für Chlornatrium und Chlor, als die Gewebe des lebenden Zahnes. Der Zahnschmelz ist ein lebendes Gewebe."

Chessina untersuchte den Ammoniakstoffwechsel in überlebenden Zähnen, indem die frisch extrahierten Hundezähne in destilliertes Wasser physiolog. Kochsalz und Ringerlösung bis zu 3 Wochen eingelegt werden; die Flüssigkeit wird zuerst im Abstand von einigen Stunden, später tageweise auf Ammoniak untersucht (Mikromethodik nach Pincussen). Es ergibt sich folgendes: „Der größte Zerfall der Eiweißsubstanz der Gewebe in lebenden Zähnen wird bei der Aufbewahrung in destilliertem Wasser beobachtet. Den Anfang des Zerfalls kann man schon nach 3 Stunden feststellen, am 4. und 5. Tage sind die Zahngewebe ganz abgestorben.

In isotonischen Lösungen erhalten sich die Zahngewebe besser und länger als in destilliertem Wasser. Aber auch in diesen Versuchen kann man meistens nach etwa 5 Tagen das völlige Absterben der Zahngewebe beobachten. Dieser Umstand erlaubt folgende grundlegende Schlußfolgerung: „der Zahnschmelz des lebenden Zahnes durchgeht wie die übrigen Zahngewebe die einzelnen Etappen organischer Materie, er lebt und stirbt ab."

Der Zahn hat nach Entin alle Eigenschaften einer semipermeablen biologischen Membran. Die wichtigsten und interessantesten Beobachtungen, die Entin in Gemeinschaft mit Bornstein gemacht hat, sind: „Die Permeabilität des Zahnes nimmt mit dem Alter ab, die Durchgängigkeit der einzelnen Zahnoberflächen ist verschieden, denn die approximale Oberfläche ist mehr, und die linguale bezw. palatinale Fläche ist weniger durchlässig als die übrigen Zahnoberflächen; die unteren Schneide- und Eckzähne sind am geringsten, der erste Molar

ist am stärksten permeabel. Die Kurven der durchschnittlichen Permeabilität der Zähne laufen beinahe den Kurven der Carieolokalisation parallel."

Caush berichtet über die bisherigen Ergebnisse anderer Autoren vergleichsweise und über seine eigenen sich über 30 Jahre erstreckenden Experimente.

Zu der Gruppe der Antivitalisten gehört von den neueren Forschern Hopewell-Smith, der auf der Grundlage der Theorien von Tomes und Black weiterbaut. Der Schmelz soll weder von innen noch von außen durchlässig sein. Färbung soll keine exakten Aufschlüsse zulassen. Die Wirkung des Arg. nitric. wird lediglich als Entkalkungsprozeß und nicht als wirkliche Färbung betrachtet. Das gleiche gilt für die Fuchsinfärbung. Weitere alkalische oder neutrale Reagenzien sollen auf den Schmelz keinerlei Einwirkung haben. Das sind ungefähr die Hauptresultate, als deren Führer man wohl Hopewell-Smith bezeichnen kann.

Caush stellt nun widersprechend fest, daß die Färbung gelingt, indem diese auf die Pulpa durch die Dentinkanälchen zu der amelodentinalen Verbindungslinie und über diese hinweg im Schmelz zu konstatieren ist.

Menschliche Zähne, welche einige Jahre in eine Flasche von 100 ccm Fuchsinfärbung gelegt wurden, zeigten folgendes Bild: Obgleich die Färbung in die Kanäle und in die interprismatische Substanz gedrungen war, zeigte sich keinerlei Säurewirkung gegenüber den Schmelzprismen, die frei von Färbung blieben. Die mikroskop. Untersuchungen zeigten deutlich, mit welcher Leichtigkeit die Flüssigkeit von der Pulpakammer in den Schmelz übergehen kann.

Zur Gruppe der Vitalisten gehören Howe, Mummery, Williams, v. Ebner, Fleischmann, v. Beust, Bunting, Gies u. a. Williams, der früher der Gruppe Hopewell-Smith angehörte, spricht sich folgendermaßen aus: „Es gibt keinen Zahn, der nicht an irgend einem Teil seiner Schmelzstruktur durchlässig ist." Den Beweis dafür erbrachte er nach Färbung des Zahnes in seiner Totalität, da er die Färbung des Zahnes im ganzen für verlässiger hielt, als die Untersuchungen der Schnitte nach stattgehabter Färbung.

Die anderen Forscher dieser Gruppe stehen im Prinzip auf dem gleichen Standpunkt, nur haben sie teilweise andere Färbungsmethoden vorgenommen.

Das Ergebnis aus den Forschungen von Caush und seiner Anhänger gipfelt in dem Gedanken, daß der Schmelz unbedingt Stoffwechselvorgänge aufzuweisen hat und daß es dank dieser metabolischen Vorgänge möglich ist, im Falle einer Schwächung seiner Bestandteile von innen heraus eine ernste Ernährungsstörung zu beheben.

E. W. Fish machte Versuche am lebenden Hund. Er führte Methylenblau in Substanz in die Pulpa ein, wo es sich in der Lymphe auflöst und im Dentin und Schmelz verteilt.

„Die im Schmelz vorhandenen Schmelzlamellen und Schmelzbüschel aus organ. Material sind voll von Lymphe."

Es handelt sich nach Fish um eine wirkliche Lymphurculation und nicht um eine Diffusion.

Die Gruppe der Vitalisten und Antivitalisten stehen einander gegenüber, die Argumente, die beide Parteien bringen, ließen bisher immer noch keinen eindeutigen Schluß nach der einen oder anderen Seite zu, sodaß man bei vorsichtiger Abwägung sagen muß, wir können vorläufig noch keine sichere Entscheidung treffen; die antivitalistischen Theorien, Behauptungen und Beweise scheinen zwar erschüttert, aber nicht gestürzt. Es muß den Forschungen weiterer Jahre überlassen bleiben, dieses zweifellos für die gesamte Zahnheilkunde wichtige Problem einer zufriedenstellenden Lösung entgegenzuführen.

Zusammenfassung:

1. Der Schmelz ist nicht ausschließlich mineralischer Zusammensetzung. 3 Gewichtsprozent sind organische Bestandteile. Er besteht aus langen, die ganze Dicke der Substanz durchsetzenden, 3—6 μ breiten, meist unregelmäßig sechsseitigen Prismen, welche durch eine geringe Menge Kittsubstanz verbunden sind. Durch schichtweise Ablagerung des Schmelzes entstehen die sog. Parallelstreifen von Retzius. Sie sind mehr oder weniger deutlich braun.

2. Nach den Vitalisten ist der Schmelz ein lebendes Gewebe. „Er lebt und stirbt ab." Der Schmelz weist Stoffwechselvorgänge auf. Morgenstern will ein hochausgebildetes Nervensystem entdeckt haben.

3. Die Antivitalisten sehen in den Lamellen und Büscheln lediglich Bildungsfehler oder Kunstprodukte.

4. Das Endresultat ist nach den bildlichen Belegen folgendes: Die Anschauung Gräff's hat nach unseren Belegen sehr vieles für sich. Man darf mit großer Wahrscheinlichkeit sagen, daß durch die Präparationsmethode zahlreiche Unregelmäßigkeiten im Schmelz und an der Schmelzdentingrenze bedingt werden. Die beiden Längsschliffbilder lassen nicht eine einzige „Lamelle" oder ähnliches erkennen. Bei den Querschliffen sind Störungen häufiger, was vielleicht auf die ungünstigeren Spannungsdifferenzen in der mehr kreisförmigen Schmelz-Dentinanordnung zurückzuführen ist.

Damit wollen Lamellen und Büschel nicht negiert werden, jedoch ist die Zahl der Täuschungen zu reduzieren, was bei sorgfältiger Präparation und Behandlung der Schliffe möglich ist.

Es sei mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Wannenmacher, für die Stellung des Themas und für die Anregung und Unterstützung, die mir zuteil wurde, ergebenst zu danken.

Literaturverzeichnis.

[1]) Akamatsu K.: „Nochmals zur traumatischen Entstehung der sog. Lamellen und Büschel." V.f.Z. 1928 H. 4.

[2]) Bramer F. und Brauer K.: Über organische Substanz im Schmelz menschlicher Zähne. D.M.f.Z. 1926 H. 13.

[3]) Faber F.: Die Schmelzlamellen und ihre Beziehungen zu parasitären Prozessen. V.f.Z. 1924.

[4]) Faber F.: Die Lamelle des Zahnschmelzes. D.M.f.Z 1925.

[5]) Fischer: Die Schmelzdentingrenze menschl. Zähne. D.z.W.1911.

[6]) Gottlieb B.: Untersuchungen über die organische Substanz im Schmelz der menschlichen Zähne. Ö.–U.V.f.Z. 1925.

[7]) Gottlieb B.: Ätiologie und Prophylaxe der Zahnkaries. Z.f.St. 1921.

[8]) Gräff S.: Zur Frage der Entstehung der Lamellen und Büschel des Zahnschmelzes.
Verhandlung der deutschen patholog. Gesellschaft. Jena 1921.

[9]) Kantorowicz: Über die Ernährung des Schmelzes. D.M.f.Z. 1913.

[10]) Morgenstern-Peckert: Untersuchungen über die anatomischen Grundlagen für den Stoffwechsel und Sensibilitätsvorgänge an den harten Zahnsubstanzen. D.M.f.Z. 1909.

[11]) Morgenstern: Über die neuen Schmelzforschungen. K.f.Z. 1906.

[12]) Meyer W.: Strittige Fragen in der Histologie des Zahnschmelzes. V.f.Z. 1925.

[13]) Meyer W.: Schmelzlamellen und Schmelzbüschel. D.M.f.Z. 1926.

[14]) Meyer W.: Die Anfertigung histologischer Schliffe. V.f.Z. 1925.

[15]) Orban: Beiträge zur Kenntnis der Schmelzlamellen. K.f.Z. 25.

[16]) Orban: Schmelz und Schmelzoberhäutchen. Schmelz und Schmelzbüschel. Z.f.St. 1926.

[17]) Siegmund H. und Weber R.: Pathologische Histologie der Mundhöhle 26.

[18]) Schaffer: Lehrbuch der Histologie und Histogenese 1922.

[19]) Weidenreich F.: Über den Schmelz der Wirbeltiere und seine Beziehungen zum Zahnbein. Z.f.A. & E. 1926.

[20]) Walkhoff: Die normale Histologie menschlicher Zähne. Leipz. 24.

[21]) Lukomsky und Rywkina: Die Permeabilität des Zahngewebes für Calzium.

[22]) Entin: Zur physikal.-chem. Theorie der Karies. Ö.f.Z.St. 22.

[23]) Chaush D.E.: Über den menschlichen Schmelz. The Dental Record 47.

[24]) Hopewell-Smith: Über den menschlichen Schmelz. The Dental Cosmos 68.

[25]) Wassiljew und Manjewitsch: Die Permeabilität der Zahngewebe für Chlor. D.M.f.Z 47.

[26]) Chessina: Zum Ammoniakstoffwechsel in überlebenden Zähnen. D.M.f.Z. 47.

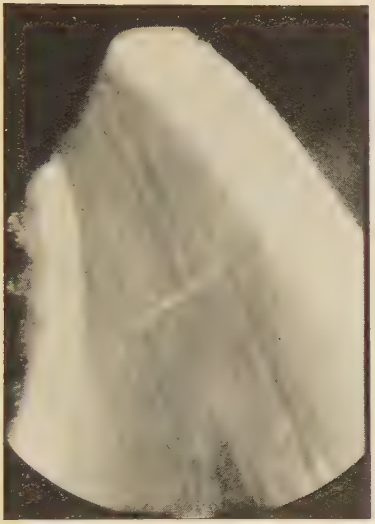

Abb. 1 Längsschliff.

Abb. 2 Längsschliff.

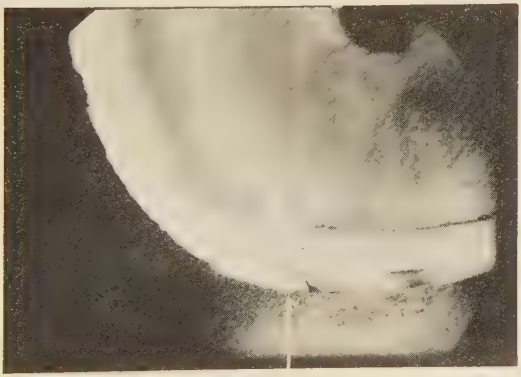

Abb. 3 Querschliff.

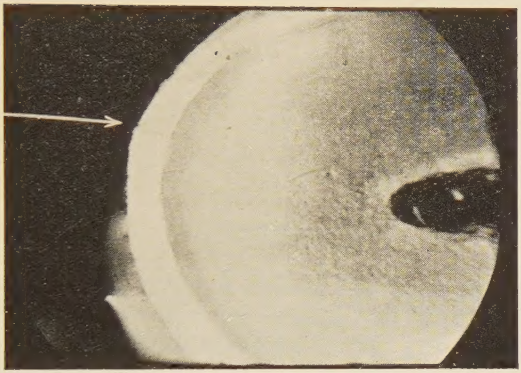

Abb. 4 Querschliff.

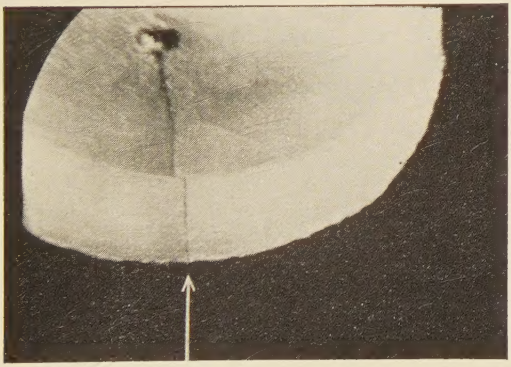

Abb. 5 Querschliff.

Lebenslauf.

Als Sohn des Kaufmanns Philipp Glatthaar und dessen Ehefrau Katharina, geb. Schlenker, wurde ich, Erwin Glatthaar, am 14. Januar 1902 in Schwenningen a. N. geboren. 1906 starb mein Vater. Ich besuchte dort die Volksschule und bis zur 6. Klasse die Realschule; hierauf die Oberrealschule in Villingen i. B., wo ich am 23. Juli 1921 die Reifeprüfung bestand.

Ich wandte mich dem Bankfach zu und absolvierte eine $2^1/_2$jährige Lehre bei der Gewerbebank e. G. m. b. H. in Schwenningen a. N. Im Mai 1924 bezog ich die Universität Tübingen, um Rechtswissenschaft zu studieren. Im W.S. 24/25 sattelte ich auf Zahnheilkunde um. Am 1. März 1929 bestand ich die zahnärztl. Vorprüfung und im Dezember 1930 das Staatsexamen für Zahnheilkunde.